Über stockwerkartig aufgebaute Holzkörper.

Ein Beitrag zur Holzanatomie.

Von Dr. **Franz Ritt. v. Höhnel.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Jänner 1884.)

Ich habe vor einiger Zeit gezeigt, dass es Hölzer gibt, welche Ölschläuche allein oder nebst exquisiten Schleimschläuchen besitzen[1]; ferner habe ich Hölzer von dicotylen Pflanzen aufgefunden mit Harzgängen.[2]

Im Folgenden seien nun einige weitere für die Holzanatomie wichtige und zum Theile gänzlich neue Thatsachen kurz besprochen, nämlich die, dass viele Hölzer, und zwar fast nur aussereuropäische nicht nur, wie bekannt ist, im Querschnitte, sondern auch im Längsschnitte wiederkehrende Regelmässigkeiten aufweisen, so zwar, dass sie stockwerkartig aufgebaut sind, womit wieder Eigenheiten des Querschnittes zusammenhängen.

Obwohl mehrere technisch oder pharmaceutisch wichtige und vielfach beschriebene Hölzer den etagenförmigen Aufbau in sehr auffallendem Masse zeigen, und dieser Umstand viel wichtiger für die Holzanatomie ist als viele im Detail behandelte, so vermisse ich die Erwähnung desselben nicht nur gänzlich in der wissenschaftlich-anatomischen Literatur, sondern auch in der Mehrzahl der praktisch-mikroskopischen Werke.

Sehr auffallend ist die etagenförmige Anordnung der Markstrahlen beim rothen Sandelholze *(Pterocarpus Santalinus)* und beim Jamaica-Quassiaholze *(Picrasma excelsa* Planch.).

---

[1] Anatomische Unters. ü. einige Secretionsorg. d. Pfl. Sitzb. d. kais. Wiener Ak. der Wiss. 84. Bd., math.-naturw. Cl. p. 596 f.

[2] Bot. Zeitung, 1882, Nr. 9—11. Inzwischen ist es mir zweifelhaft geworden, ob die daselbst besprochene Rinde von *Myrica Sapida* abstammt; sicher ist es, dass sie dicotylen Ursprungs ist, da ihr Bau mit keinem Coniferen-Rindentypus irgend eine Ähnlichkeit besitzt. Hier sei noch bemerkt, dass ich inzwischen ein drittes Holz — unbekannter Herleitung — mit Gefässen und Markstrahlen-Harzgängen aufgefunden habe.

Flückiger[1] bemerkt nun bei letzterem, dass der tangentiale Längsschnitt „durch die geringe Höhe der Markstrahlen quergestreift erscheint“ und beim rothen Sandelholze, dass die Markstrahlen durch ihre grosse Regelmässigkeit dem seidenglänzenden Tangentialschnitte eine feine rechtwinkelig gefelderte Zeichnung verleihen.

Berg und Schmidt[2] bilden die Anordnung der Markstrahlen im Tangentialschnitte bei *Quassia jamaicensis* und *Guajacum officinalis* ganz richtig ab, und erwähnen auch im Texte[3] bei letzterem dieselbe, bei *Quassia* hingegen schweigt der Text hievon. Das Beste über diesen Gegenstand findet sich bei Wigand.[4] Derselbe unterscheidet ganz richtig zwei Typen der Anordnung der Markstrahlen im Tangentialschnitte: ungleich grosse und unregelmässig zerstreut stehende und gleich grosse in gleichen Abständen stehende Markstrahlen. Im letzteren Falle „ergibt sich daher auf beiden Längsschnitten eine horizontale Streifung, wobei die Streifen sich am Tangentialschnitte in einzelne Strichelchen auflösen.“ Hieher rechnet Wigand das rothe Sandelholz und das Jamaica-Quassiaholz. Beim Fernambukholz und Guajakholz hat er diese Querstreifung übersehen.

Unbekannt mit diesen spärlichen Angaben habe ich die etagenförmige Anordnung der Markstrahlen zunächst beim Fernambuk- und beim rothen Sandelholze gefunden[5] und späterhin mich von der grossen Verbreitung derselben bei tropischen Hölzern überzeugt. Ich habe im Ganzen über 80 verschiedene Hölzer mit regelmässig angeordneten Markstrahlen gesehen, von welchen aber die Mehrzahl botanisch unbestimmt oder unsicher determinirt ist.

Viele der Hölzer mit in Etagen stehenden Markstrahlen zeigen in den schmalen Streifen zwischen den einzelnen Etagen eine auffallende Anhäufung der Tracheidentüpfel und dabei zugleich eine Grundmasse von Tracheiden- oder Libriformfasern,

---

[1] Pharmacognosie der Pflanzen. II. Aufl. 463. u. (Sandelholz) p. 466.

[2] Anatom. Atlas zur pharmaceut. Wkde. 1865. Taf. 26 u. 27.

[3] l. c. p. 54.

[4] Lehrbuch der Pharmacognosie. II. Aufl. 1874. p. 123, 129 u. 134.

[5] Dingler's polyt. Journal 235 Bd. p. 74 ff.

wodurch eine stockwerkartige Anordnung der Tüpfel zu Stande kommt.

Da ferner eine regelmässige Anordnung der Markstrahlen in den vorgefundenen Fällen nur dann eintritt, wenn jeder Markstrahl aus einer einzigen Cambiumzelle hervorgeht, so müssen auch die Cambiumzellen in horizontalen Reihen stehen, was in der That leicht constatirbar ist.

Ist nun aber die Horizontalreihung der Cambiumzellen vorhanden, so ist es eine naturgemässe Folge des Umstandes, dass die Holzelemente hauptsächlich in longitudinaler Richtung mit einander verbunden sind durch Porencanäle, dass es auch Hölzer gibt mit unregelmässig angeordneten und ungleich grossen Markstrahlen, die aber ganz regelmässig etagenförmig angeordnete Tüpfel aufweisen.

Endlich hängt mit der regelmässigen Horizontalreihung der Cambiumzellen auch noch der bisher erst von Wigand, und zwar bei dem Holze von *Picrasma excelsa* beobachtete Umstand zusammen, dass am Hirnschnitte häufig regelmässige Radialreihen von grossen und kleinen Faserquerschnitten mit einander abwechseln.

Die nähere Besprechung dieser Verhältnisse an einer Reihe genauer untersuchter Fälle bildet den Gegenstand des nun folgenden.

I. Caesalpineen.

Bocoa provacensis. Aubl.

Das Boko- oder Cocoholz ist eines der am regelmässigsten gebauten Hölzer, welche mir bekannt geworden sind. Der Querschnitt zeigt, dass die Hauptmasse des Holzes aus sehr dickwandigen libriformähnlichen Tracheiden besteht, welche in regelmässigen Radialreihen angeordnet sind. Häufig sieht man breite und schmale Radialreihen mit einander abwechseln. Isolirte Tracheiden zeigen einen mittleren fast gleichmässig breiteren Theil, der dann beiderseits mehr weniger plötzlich in die bedeutend schmäleren Enden übergeht. An den beiden Grenzen der drei Abschnitte der Tracheiden finden sich, meist mehr weniger tangential gestellte Hoftüpfel, deren Hof sehr klein aber ganz deutlich ist, und deren Porencanal (im Tangentialschnitte gesehen) trichter-

oder glockenförmig erweitert erscheint. Im Querschnitte des Holzes erscheinen die Tüpfel als ganz schmale einfache Porencanäle, weil sie stark seitlich (spaltenartig) zusammengepresst sind. Der breite Mitteltheil jeder Tracheide entspricht, was seine Länge anbelangt, der Cambiumzelle; die schmalen Endtheile sind durch das spätere Spitzenwachsthum entstanden. Die Cambiumzellen dieses Holzes sind in fast ganz regelmässigen und geraden Horizontalreihen angeordnet, und daher auch die Tracheiden, welche aus ihnen hervorgingen. Desshalb erscheinen auch die Tüpfel der Tracheiden in schönen und regelmässigen Reihen, welche etagenartig übereinanderstehen, angeordnet. Die hie und da auch im mittleren Theile, oft der ganzen Länge nach vorkommenden Tüpfel, sowie jene, durch welche die Markstrahlen mit den Tracheiden zusammenhängen (die sich also an der Grenze von Markstrahlen und Tracheiden finden), stören kaum das regelmässige Bild, welches die Tüpfeletagen dem Beschauer bieten. Jede Etage besteht aus 2—6 Reihen von Tüpfeln; es sind dieselben daher sehr ungleich breit. Man kann die Tüpfeletagen schon mit freiem Auge am Tangentialschnitte des Holzes als zarte gelbliche Querlinien, die etwa $^1/_3$ Mm. weit von einander abstehen, bemerken.

Trifft man am Querschnitte des Holzes auf eine Tüpfeletage, so erscheint derselbe ganz mit einem, rhombische Maschen aufweisenden Porennetze bedeckt, während er im anderen Falle fast nur Porencanäle an der Grenze der Markstrahlen zeigt. Die Markstrahlen stehen auch in horizontalen regelmässigen Etagen, welche mit denen der Tüpfel abwechseln. Sie sind daher fast alle gleich hoch und breit. Die Höhe derselben ist circa 300 μ, und meist sind sie 2 (selten 1—3), Zellen breit. Der Zwischenraum zwischen je zwei Markstrahlreihen, in welchem sich die Tüpfelreihen befinden, beträgt nur 20—60 μ. Auf 1 Cm. kommen durchschnittlich 29 Markstrahletagen. Häufig stehen die Markstrahlen genau senkrecht übereinander, wodurch stellenweise eine überaus grosse Regelmässigkeit der Tangentialansicht eintritt. Im Querschnitte kommen 60—70 Markstrahlen auf 5 Mm.; sie stehen daher sehr dicht. Jeder Markstrahl entsteht aus einer einzigen Cambiumzelle. In Folge der Anordnung der Markstrahlen erscheinen die Zonen zwischen den Tüpfelreihen des Tangentialschnittes mit kurzen, fast gleichweit von einander abstehenden Strichelchen versehen,

während der Radialschnitt die Markstrahlen als schmale gelbe Streifen, die gleich weit von einander abstehen und gleich breit sind, erscheinen lässt. Die Tüpfeletagen erscheinen am Spiegelschnitte zwar auch ganz deutlich, aber bei weitem nicht so wie am Tangentialschnitte.

Die Etagen treten auch in Beziehung zu den Gefässen. Diese stehen im Querschnitte meist vereinzelt (selten zu 2—3 radial angeordnet), sind meist von einer einfachen Parenchymschichte umgeben oder grenzen zum Theile an Tracheiden oder Markstrahlen. Das sehr zurücktretende Parenchym tritt in stellenweise dicht stehenden, stellenweise bis 4 Mm. weit von einander abstehenden 1—4 Lagen mächtigen Schichten auf, die oft um den ganzen Stamm ununterbrochen verlaufen, oder vielfältig durchbrochen sind. Die Gefässquerwände liegen nun genau im Niveau der Tüpfelreihen, so dass die Gefässglieder den Markstrahletagen entsprechen.

Pterocarpus.

Alle mir zur Disposition stehenden *Pterocarpus*-Arten zeigen einen stockwerkartigen Aufbau des Holzkörpers. Beim rothen Sandelholze (*Pt. Santalinus* L. f.), das vollkommen mit dem Barwood oder Angola-Sandelholze übereinstimmt (*Pt. angolensis* D. C.), und dessen Bau hinlänglich bekannt ist,[1] stehen die sehr dicht angeordneten Markstrahlen (80—90 auf 5 Mm. im Querschnitt) in Horizontalreihen von $^1/_4$ Mm. Breite; sie sind dabei fast immer einreihig. Die Grundmasse der faserförmigen Tracheiden, welche ganz ähnlich wie bei der Bocoa gestaltet sind, zeigt nur hie und da eine etagenförmige Tüpfelanordnung.

Pt. erinaceus Lam. vom Senegal hat Markstrahletagen von $^1/_5$ Mm. Höhe, die Markstrahlen selbst sind 1—2, selten 3reihig. Die Horizontalreihung der Tüpfel ist schöner als bei dem rothen Sandelholze, aber viel weniger auffallend als beim Bocoholze.

Pt. Marsupium Roxb. hat etwas dickere Tracheidenwandungen; es tritt daher die Reihung der Tüpfel mehr hervor. Im Übrigen mit *erinaceus* übereinstimmend, nur dass die Markstrahlen meist 2reihig sind.

[1] Siehe die bekannten Werke von Wiesner, Vogl, Wigand, Flückiger, Berg etc.

Myrocarpus sp.

Das Holz dieser *Caesalpiniee* zeigt sowohl eine etagenförmige Anordnung der Markstrahlen wie der Tüpfel. Die Markstrahlen entsprechen genau den Gefässgliedern, während die Tüpfelreihen mit den Querwänden der Gefässe correspondiren. Es ist daher das Holz aus lauter horizontalen Schichten aufgebaut. Die Höhe der letzteren beträgt $^{1}/_{5}$ Mm. Die Markstrahlen sind 2—3 Zellen breit und 7—12 hoch. Ausser jenen Tüpfeln der libriformähnlichen Tracheiden, welche in den Horizontalreihen stehen, findet man welche fast nur an der Grenze der Markstrahlen, wodurch die schichtenweise Anordnung derselben ungemein deutlich hervortritt.

Moringa pterygosperma Gärtn.

Obwohl bei diesem — dem Griesholze, die Markstrahlen sehr verschieden gross sind, indem manche nur aus einer, andere aus 2—4 Cambiumzellen hervorgehen, so erscheint das Holz doch deutlich feinwellig im Längsschnitte. Die Ursache hievon liegt darin, dass die aus einer einzigen Cambiumzelle hervorgehenden Markstrahlen überwiegen. An kleinen Schnitten, oder bei nicht ganz schwacher Vergrösserung sieht man daher von der etagenförmigen Anordnung der Markstrahlen nichts. Diese sind 1—4 (meist 2) Zellen breit und 5—20 (meist 12) Zellen hoch. Die kleineren entsprechen genau den Gefässgliedern und stehen in Horizontalreihen. Eine Tüpfelreihung konnte nicht constatirt werden.

Andira antihelminthica Benth.

Obwohl bei den Leguminosen-Hölzern der Gegensatz zwischen Parenchym und Libriform auch am Querschnitte meist deutlich ausgesprochen ist, so mag doch dieses Holz kurz näher beschrieben werden, da bei keinem der mir bekannten Hölzer die Unterschiede der drei Hauptgewebsarten der Holzkörper so auffallend und lehrreich hervortreten. Die Libriform-Grund- und Hauptmasse des Holzes von *Andira antihelminthica* besteht aus äusserst dickwandigen Elementen, deren Lumen im Querschnitte nur punktförmig erscheint. In ihr sind Parenchymstränge von fast rhombischem

Querschnitte eingelagert, welche häufig seitlich mit einander zusammenhängen, und der Masse nach der des Libriforms nahekommen. Die einzelnen Parenchymzellen sind ganz dünnwandig und haben einen 4—8 mal grösseren Querschnitt als die Libri formfasern. Die Gefässe, welche einzeln oder zu 2—3 in Radialreihen stehen, werden bis 250 μ breit, und sind den Parenchymsträngen eingelagert. Innerhalb dieser sind die Markstrahlen 2—3 mal breiter als im Libriform. Sie sind 6—12 (meist 10) Zellen hoch und 1—3, meist 2 Zellen breit und in höchst regelmässigen Horizontalreihen angeordnet, deren Höhe $^1/_4$ Mm. beträgt. Stellenweise ist auch eine etagenförmige Anordnung der Libriformporen zu bemerken, welche sehr schwach behöft sind, und im Tangentialschnitte trichterförmig erweitert erscheinen.

Dialium indicum L.

Der Holzkörper dieser *Caesalpiniee* zeigt ebenfalls sehr schön den Gegensatz der drei Hauptgewebe des Holzes. Es besteht aus ganz regelmässigen, continuirlichen und mit einander abwechselnden Schichten von Libriform und Parenchym. Dabei sind die Libriformschichten zwei bis dreimal mächtiger. Die sehr grossen Gefässe sind theils dem Parenchym, theils dem Libriform eingelagert, dabei aber stets, wenigstens stellenweise, von Parenchym bescheidet. Hie und da grenzen auch Libriformfasern direct an Gefässe.

Die in regelmässigen Horizontalreihen geordneten Markstrahlen sind meist 2—3 Zellen breit und circa 20 (10—30) Zellen hoch. Etagenhöhe derselben $^1/_3$ Mm. Die Poren der Libriformfasern, welche einen Übergang zu Tracheiden bilden, sind auch häufig zu schönen Etagen angeordnet.

Tamarindus indica L.

Das Holz des Tamarindenbaumes ist dem von *Andira* höchst ähnlich gebaut, zeigt aber keine regelmässige Anordnung der Markstrahlen. Hingegen zeigen die Holzfaserporen hie und da eine etagenförmige Ordnung.

Caesalpinia.

Hieher gehören bekanntlich einige Rothhölzer. Nicht alle Arten zeigen eine regelmässige Anordnung der Markstrahlen.

Während *C. tinctoria* Dom., *echinata* Lam., *Crista* L. und *Coriaria* W. meist eine ganz deutliche Etagenbildung zeigen, fehlt diese bei *C. Sappan* L. und *brasiliensis* Sw. Hier sei noch bemerkt, dass das Blauholz (von *Haematoxylon Campechianum*) auch keine Markstrahlenhorizontalreihung aufweist. Ein Stück Bahiarothholz *(Caesalpinia sp.)* zeigte nur stellenweise die regelmässige Anordnung der Markstrahlen. Die genannten Arten verhalten sich ganz ähnlich. Die Markstrahlen sind 1—3, meist 2 Zellen breit und 5—17, meist 14 Zellen hoch und stehen in $^1/_3$ Mm. breiten Reihen. Die Markstrahlreihen entsprechen genau den Gefässgliedern, während die mit ihnen abwechselnden, oft sehr deutlich ausgeprägten Tüpfeletagen der Libriform-ähnlichen Tracheiden, die die Grundmasse des Holzes bilden, mit den Gefässquerwänden in demselben Querschnitte liegen.

Bauhinia reticulata D. C.

Das Holz besteht aus sehr breiten zickzackförmig-welligen Parenchymschichten, die mit etwas schmäleren Libriformschichten abwechseln und fast continuirlich um den Stamm laufen. Gegenüber dem im Kerne inhaltsleeren Libriform und den Gefässen treten die durch braunrothen Inhalt ausgezeichneten Markstrahlen sehr deutlich hervor. Sie sind fast sämmtlich einreihig, meist 6—7 Zellen hoch, stehen sehr dicht neben einander (auf 5 Mm. 125) und sind in sehr regelmässigen Horizontalreihen geordnet, die genau den Gefässgliedern entsprechen. Häufig hängen 2—4 senkrecht über einander stehende Markstrahlen mit einander zusammen. Eine regelmässige Anordnung der Libriformporen ist nicht constatirbar.

Cassia Fistula L.

Zeigt den gewöhnlichen Leguminosen-Holzbau und sehr regelmässig etagenförmig angeordnete 1—3 Zellen breite und meist 7 Zellen hohe Markstrahlen. Die Etagenhöhe beträgt $^1/_6$ Mm. Ganz ähnlich ist eine zweite Art, *Cassia sp.*, gebaut.

Dalbergia.

Während *D. nigra*, *ferruginea* und *latifolia* Roxb. eine regelmässige Horizontalreihung der Markstrahlen erkennen lassen,

fehlt diese bei *D. scandens* Roxb., *lanceolaria* Lam. und *arborea*.

Bei der näher untersuchten *D. nigra* sind die Markstrahlen nur 1 Zelle breit und 12—20 Zellen hoch; die Etagenhöhe ist $^1/_5$ Mm., während eine *D. sp.* 6—8 Zellen hohe und 1—3, meist 2 Zellen breite Markstrahlen besass, die in 150 μ hohen Etagen standen.

Hie und da zeigten auch die Libriformporen eine schichtenweise Anordnung. Die Correspondenz der Etagen mit den Gefässgliedern ist deutlich wahrzunehmen.

In deutlicher Weise zeigten noch etagenförmig angeordnete Markstrahlen die *Caesalpinieen*: *Dipterix odorata* W. und *Parkinsonia*.

II. Papilionaceen.

Was die Papilionaceen anlangt, so habe ich die in Rede stehende Erscheinung bei zwei als *Aspalatus Ebenus* L. und *Genista canariensis* L. bezeichneten Hölzern gefunden. Ferner ist es bekannt, dass die Korkhölzer von *Aedemone mirabilis (Aeschinomene)* u. a. Arten eine sehr regelmässige Horizontalreihung der Cambiumzellen und daher auch der Parenchymelemente (die die Hauptmasse des Holzkörpers ausmachen) aufweisen. Nebenbei sei hier bemerkt, dass sich ähnlich auch viele Korkhölzer der Bombaceen verhalten.

III. Mimoseen.

Acacia.

Während *Ac. pendula* A. Cunn., *Angico* Mart., *arabica* Willd., *armata*, *leucophloea* Willd., *odoratissima* Willd., *Suma* Kurz, *Lebbek* Willd., *orientalis* und *Marmelos* keine Reihenanordnung der Markstrahlen aufweisen, findet sich dieselbe bei *Ac. procera* Willd. sehr regelmässig ausgebildet. Die Markstrahletagen, welche den Gefässgliedern genau entsprechen, sind $^1/_5$ Mm. hoch und die Markstrahlen meist 10 Zellen hoch und 2 (selten 1 oder 3) Zellen breit; eine Tüpfelreihung ist nicht vorhanden.

Parkia biglandulosa

zeigt sehr regelmässige Markstrahlenetagen von $^1/_5$ Mm. Höhe. Dabei sind die Markstrahlen sehr ungleich; 1—4 Zellen breit

und 6—14 Zellen hoch, meist 2 breit und 10 hoch. Aber alle entstehen ihrer Anordnung nach aus einer einzigen Cambiumzelle. Das nicht sehr dickwandige Libriform zeigt auch hie und da eine schichtenweise Anordnung der Porencanäle. Dagegen zeigt

Inga vera W. (?)

das Grenadillholz, nicht nur eine äusserst regelmässige Anordnung der Markstrahlen, sondern auch der Porencanäle. Es verhält sich dieses Holz fast so wie das von *Bocoa provacensis.* Die Etagenhöhe ist sehr gering, nur $^1/_9$ Mm., die Markstrahlen stehen sehr dicht, sind fast stets einreihig und 5—12, meist 8 Zellen hoch. Sie entsprechen ganz genau den Gefässgliedern. Die Poren des Libriforms, welches die Hauptmasse des Holzes ausmacht, finden sich fast nur in den Zwischenräumen der Markstrahletagen, und sind fast noch regelmässiger angeordnet, als bei *Bocoa provacensis;* auch im Radialschnitte sind (wie bei *Bocoa*) die Porenetagen gut zu sehen.

Durch das im Querschnitte vielfach zerstreut erscheinende Parenchym, und durch eine so grosse Menge von Krystallkammerfasern (wie ich sie bei keinem anderen Holze wieder fand) wird die Anordnung der Libriformfasern im Querschnitte gestört, daher fehlt hier die Radialreihung.

IV. Combretaceen.

Ein Holz, dessen Bestimmung als *Conocarpus erecta* nicht ganz zweifellos war, zeigte eine Horizontalreihung der Markstrahlen.

V. Cedrelaceen.

Das echte Mahagoniholz zeigt meist, und ferner das Holz von *Guarea trichilioides* Sw. immer eine schöne Horizontalreihung der Markstrahlen. Ich habe nur das Holz von *Swietenia Mahagoni* L. näher untersucht. Das von *Swietenia senegalensis* Desv. zeigt keine Etagenbildung.

Nicht überall tritt beim echten Mahagoni die etagenartige Anordnung deutlich hervor. Oft ist sie höchst auffallend, oft gar nicht ausgebildet. Wo sie auftritt, zeigen die Etagen eine Höhe von $^1/_2$ bis $^1/_3$ Mm. Die Markstrahlen entstehen aus einer bis mehr

Cambiumzellen und sind daher sehr verschieden gross, 1—5, meist 2 oder 3 Zellen breit und 4—20, meist 10—15 Zellen hoch.

Oft vereinigen sich auch zwei senkrecht über einander stehende Markstrahlen. Wo die Etagen regelmässig entwickelt sind, ist ihre Coincidenz mit den Gefässgliedern zweifellos. Die ziemlich weitlumigen, gefächerten Libriformfasern zeigen keine Regelmässigkeit in der Anordnung ihrer Poren. Die Cedrelacee

Chloroxylon Swietenia D. C.,

die das Atlas-, oder ostindische Satinholz liefert, besitzt sehr regelmässige Markstrahlstockwerke, von $^1/_3$ Mm. Höhe und hie und da auch eine deutliche Schichtenanordnung der Poren der Libriformfasern. Die Correspondenz mit den Gefässen ist sehr deutlich wahrzunehmen. Die Markstrahlen sind 1—5 (meist 3 oder 4) Zellen breit und 8—20 (meist 13) Zellen hoch.

VI. Zygophylleen.

Die beiden aus dieser merkwürdigen Familie mir zur Verfügung stehenden Hölzer, das Pock- oder Guajakholz von *Guajacum officinale* L. und das Chili-Guajakholz von *Porliera hygrometrica* R. und P. zeigen einen sehr ähnlichen Bau, eine sehr feine und regelmässige Markstrahlenetagirung, aber ganz unregelmässig vertheilte Tracheidenporen. Die Tracheiden des Pockholzes sind faserähnlich, dickwandig, ganz mit schwachbehöften Hoftüpfeln bedeckt und bilden die feste Grundmasse des Holzes. Die grossen, bis 200 μ weiten Gefässe stehen fast immer vereinzelt. Die stets einreihigen und meist 5 Zellen hohen Markstrahlen sind in regelmässigen Horizontalreihen geordnet, in denen sie sehr dicht (pro 5 Mm. zu 115) stehen und die circa 90 μ von einander abstehen. Man sieht daher die Querstreifung des Holzes erst mit der Loupe deutlich. Das Parenchym ist sehr spärlich und tritt theils in einreihigen Strängen, theils um die Gefässe auf.

Porliera hygrometrica R. und P. hat kleinere Gefässe (bis 100 weit), fast immer einreihige Markstrahlen, die etwas weniger dicht stehen (pro 5 Mm. 100), und in 90—100 μ hohen Etagen angeordnet sind.

VII. Bignoniaceen.

Aus dieser Familie fand ich drei Hölzer mit regelmässig geordneten Markstrahlen: *Bignonia brasiliana* Lam., *B. chrysantha* und *Tecoma speciosa* DC., während *Bignomia Catalpa* L. und *Leucoxylon* L. unregelmässig gebaut sind. *Tecoma speciosa*, die ich genauer untersucht habe, zeigt auch eine schichtenweise Anordnung der Tüpfel. Hier ist auch sehr auffallend, wie ich nachträglich auch sonst häufig fand, dass die Tüpfeletagen nicht nur den Gefässquerwänden, sondern auch Querwänden der Parenchymelemente entsprechen, was natürlich überall zutreffen muss. Die Höhe der Etagen beträgt $^1/_4$ Mm. Die fast gleich grossen Markstrahlen sind meist 3 (bis 4) Zellen breit und 8—12 Zellen hoch. Die Libriformelemente sind sehr dickwandig, mit schönen, im Tangentialschnitte glockenförmig erweiterten Porencanälen, die stellenweise fast nur in den Porenetagen auftreten.

VIII. Simarubaceen.

Während das Surinamquassiaholz (*Quassia amara* L. f.) keine Regelmässigkeiten am Tangentialschnitte erkennen lässt, zeigt solche das *Jamaica-Quassia* (*Picrasma excelsa* Lindley) in schönster Weise.

Zu den Beschreibungen von Flückiger, Vogl[1] und Wigand habe ich nur wenig hinzuzufügen. Die Markstrahletagen sind $^1/_3$ Mm. hoch. Die Correspondenz derselben mit den Parenchymelementen und den Gefässgliedern ist sehr auffallend und leicht constatirbar. Da die Libriformelemente dünnwandig sind, so tritt eine regelmässige Tüpfelanordnung am Tangentialschnitte nicht hervor. Sehr regelmässig ist hier die Abwechslung der schmalen und breiten Radialreihen in der Libriformgrundmasse entwickelt.

Ein als *Bittera febrifuga* bezeichnetes Holz aus dieser Familie ist anscheinend identisch mit *Picrasma excelsa*.

---

[1] Zur näheren histologisch vergleich. Kenntniss des Bitterholzes. Verh. d. zool.-bot. Gesellsch. in Wien (1864) 515 ff.

IX. Büttneriaceen.

Pterospermum suberifolium Lam. zeigt eine stockwerkartige Anordnung der Markstrahlen, die makroskopisch zwar deutlich hervortritt, unter dem Mikroskope aber wegen der gleichen rothbraunen Inhaltsbeschaffenheit von Markstrahlen und Parenchym, und da letzteres sehr zerstreut ist, kaum hervortritt. Dazu kommt noch der Umstand, dass in den Markstrahlen viele krystallführende Zellen vorkommen, die so wie das Strangparenchym axial gestreckt sind. Die Markstrahlen sind ungleich gross, 1—3reihig. Häufig verschmelzen senkrecht übereinander stehende. Etagenhöhe $^1/_4$ Mm.

X. Malvaceen.

Thespesia populnea Corr. ist ganz ähnlich wie *Pterospermum* gebaut, was das Holz anlangt. Nur tritt hier das Parenchym, welches ebenfalls ziemlich gleichmässig zerstreut ist, noch mehr zurück. Sehr charakteristisch für dieses Holz sind die kurzen, tangentialen Reihen von seitlich stark zusammengepressten Gefässen. Es stehen 2—10 und mehr Gefässe in einer solchen Reihe. Daneben gibt es aber auch anders angeordnete. Ferner sind in diesem Holze viele Secretschläuche mit orangegelbem (harzigen?) Inhalt, der im trockenen Holze homogen ist und das ganze Lumen ausfüllt. Sie stehen in den Strängen und den Markstrahlen vereinzelt oder in kurzen Reihen. Die Reihenanordnung der Markstrahlen tritt mit der Loupe schärfer als unter dem Mikroskope hervor. Letztere sind 2—3 Zellen breit und 5—10 hoch. Die Etagenhöhe beträgt $^1/_4$ Mm.

XI. Ebenaceen.

Zu der Beschreibung des Holzes von *Diospyros virginiana* L. von Molisch[1] habe ich nur hinzuzufügen, dass die 1—2reihigen und 2—14 Zellen hohen Markstrahlen in horizontalen Reihen angeordnet sind, welche genau den Gefässgliedern entsprechen. Die Anordnung ist zwar nicht sehr auffallend aber immer deutlich. Die Etagenhöhe beträgt $^2/_5$ bis $^1/_3$ Mm.

---

[1] Vergl. Anat. d. Holzes d. Ebenac. u. ihrer Verwandten. Sitzb. d. k. A. d. W. 1879. 80. Bd.

Von einer regelmässigen Anordnung der Libriformporen ist ebensowenig wie bei den beiden vorherigen Hölzern etwas zu bemerken.[1]

An anderen Ebenaceenhölzern sah ich keine Etagenbildung.

XII. Rosaceen.

Das Ficatin- oder Königsholz von *Ferolia guyanensis* Aubl. zeigt ebenfalls einen etagenförmigen Aufbau. Die Höhe der Markstrahlstockwerke beträgt $^1/_7$ Mm., die Markstrahlen sind 1—2 Zellen breit und 4—8 hoch. Eine Tüpfelanordnung in Reihen konnte nicht constatirt werden.

XIII. Sapindaceen.

Das Holz von *Sapindus senegalensis* Poir. ist vor allen andern bisher besprochenen dadurch ausgezeichnet, dass es sehr verschieden grosse, ganz unregelmässig vertheilte Markstrahlen besitzt, während am Tangential- wie am Radialschnitte eine sehr auffallende und regelmässige Schichtenanordnung der Tüpfel der Grundmasse des Holzes von faserförmigen Tracheiden hervortritt.

Betrachtet man das Holz mit der Loupe am Tangentialschnitte, so sieht man die ungleich vertheilten Markstrahlen und ferner feine, gelblichweisse Horizontallinien, die circa $^1/_5$ Mm. weit von einander abstehen. Diese Querlinien rühren von den Porencanälen her.

Die faserartigen Tracheiden sind in der Mitte etwas ausgebaucht und gehen in schmälere Enden mehr weniger plötzlich über. Die schwach behöften Tüpfel derselben finden sich hauptsächlich an zwei Stellen, nämlich dort, wo der breitere Mitteltheil in die schmäleren Endtheile übergeht. Diese beiden Stellen sind 180—200 μ weit von einander entfernt. Die Gefässe sind sehr verschieden gross und meist von Parenchym umgeben. Sie haben 180—200 μ lange Glieder, deren Querwände genau in den Ebenen liegen, in welchen sich die Tracheidentüpfel befinden.

---

[1] Die Bestimmung der drei letztbehandelten Hölzer ist zweifellos richtig. Ich habe überhaupt solche Hölzer, bei welchen ich bezüglich der Richtigkeit ihrer Bestimmung irgend welchen Zweifel hegen konnte, nicht berücksichtigt.

Da an dem untersuchten Holzstücke noch Cambium und Rinde zu finden waren, konnte ich mich davon überzeugen, dass die Cambiumzellen in Horizontalreihen angeordnet sind, die 180—200 μ breit sind, und dass die Bäuche der Fasertracheiden dem Mitteltheile der Cambiumzellen entsprechen. Die schmalen Enden der Tracheiden entstehen daher nur durch Wachsthum oder Streckung der Enden der Cambiumzellen.

Der Holzquerschnitt zeigt, dass die Tracheiden meist in schönen Radialreihen geordnet sind, von welchen breite und schmale mit einander abwechseln. Die schmäleren Querschnitte entsprechen den Tracheidenenden, welche auf den Radialseiten, wo sie sich dem Bau des Cambiums nach finden, bleiben, weil daselbst der Druck am geringsten ist, und sich eine verlängerte Zelle naturgemäss dorthin wenden muss, wo der auf sie lastende Druck am geringsten ist. Da die Cambiumzellen etagenartig angeordnet sind, so müssen auch die Tracheiden und Gefässglieder und das Parenchym in horizontalen Schichten von der Höhe der Cambiumreihen liegen, was in der That der Fall ist.

Die Markstrahlen sind 1—10reihig und 1 bis über 100 Zellen hoch; sie entstehen aus einer bis mehreren Cambiumzellen, und daher kann der regelmässige Bau des Holzes an den Markstrahlen nicht hervortreten.

Ausser bei den besprochenen Hölzern habe ich den etagenförmigen Aufbau des Holzkörpers noch bei einer ganzen Reihe anderer tropischer Hölzer gefunden, welche jedoch botanisch nicht oder unsicher bestimmt waren. Im Ganzen sind mir über 80 Hölzer mit reihenförmig angeordneten Markstrahlen untergekommen. Die meisten derselben waren anscheinend Caesalpinieenhölzer.

Zusammenfassung.

Fasst man die Ergebnisse der Untersuchung zusammen, so erhält man etwa folgende Punkte.

1. Es gibt Holzcambien, deren Elemente nicht blos radial, sondern auch tangential gereiht sind. Diese Tangentialreihung mag manchmal eine Folge der Vermehrung der Cambiumzellen in

tangentialer Richtung, also durch Auftreten von radialen Scheidewänden, sein. Da mir aber nur wenige Centimeter dicke Stammstücke von *Caesalpinia*-Arten schon eine deutliche Tangentialreihung zeigten, so ist es wahrscheinlich, dass bei vielen Pflanzen die Cambiumzellen schon ursprünglich eine horizontale Reihung aufweisen.

2. Die Folge davon ist, dass das ganze Holz, d. h. alle Elemente aus sich mehr weniger weit erstreckenden Horizontalschichten aufgebaut ist.

3. Jede Schichte hat die Höhe eines Gefässgliedes oder einer gefässartigen Tracheide, oder einer Parenchymersatzfaser.

4. Die faserförmigen Tracheiden lassen bei den in Rede stehenden Hölzern in allen untersuchten Fällen (*Pterocarpus, Sapindus, Picrasma* etc.) einen mittleren breiten Theil, der seiner Länge nach einer Cambiumzelle entspricht, und deutlich davon abgesetzte schmälere Enden erkennen, die durch Spitzenwachsthum entstanden sind.

5. Durch die schmäleren Enden wird die Verzapfung der einzelnen Schichten, aus welchen der Holzkörper aufgebaut ist, bewirkt; sie haben daher in erster Linie eine mechanische Bedeutung und daher keine oder spärliche Poren oder Tüpfel.

6. Da die Stoffleitung (und zwar hauptsächlich die Wasserleitung) vornehmlich in axialer Richtung vor sich geht, so finden sich sehr häufig die Poren an den Fasern und faserförmigen Tracheiden, die zugleich die Grundmasse der betreffenden Hölzer bilden, fast nur oder doch vorzugsweise an den Enden des mittleren breiteren Theiles der Tracheiden oder Fasern. Sie sind dann in horizontalen Reihen oder Schichten, oft (*Bocoa*, *Inga, Sapindus*) äusserst regelmässig angeordnet. Die Porenreihen müssen naturgemäss genau in denselben Querschnitten wie die Gefässquerwände liegen, denen sie ja auch analog sind. Der Mitteltheil der Fasertracheiden hat daher in vielen Fällen eine andere physiologische Bedeutung als die Enden. Er dient der Wasserleitung, während die Enden mechanisch wirksam sind.

7. Wenn die Markstrahlen sämmtlich gleich gross sind, und jeder aus einer einzigen Cambiumzelle hervorgeht, oder aus einem Abschnitte einer solchen, so erscheinen sie, falls das Cam-

bium eine Horizontalreihung der Elemente aufweist, in horizontalen Etagen geordnet. Diese Etagen entsprechen natürlich genau den Gefässgliedern und wechseln mit den eventuell vorhandenen Tüpfeletagen ab. Ihre Höhe schwankt von $^1/_2$ *(Swietenia)* bis $^1/_{11}$ Mm. *(Guajacum officinale)*.

8. Die horizontale Reihung der Tüpfel hat mit der der Markstrahlen insoferne nichts zu thun, als zwar beide neben einander vorkommen können (*Bocoa*, *Inga*, *Pterocarpus*, *Tecoma speciosa* etc.), es aber auch Fälle gibt, wo die Tüpfel regelmässige Schichten bilden, während die Markstrahlen unregelmässig angeordnet sind *(Sapindus senegalensis, Tamarindus indica)* oder umgekehrt *(Guajacum, Porliera)*.

9. Nachdem die Enden der Cambiumzellen meisselartig zugeschärft sind, und die obere und untere Kante derselben radial gerichtet sind, nachdem ferner der Druck in der Rinde und daher auch im Cambium in radialer Richtung am grössten ist, so bleiben die auswachsenden Enden der Jungholzelemente meist an den Radialseiten der oben und unten angrenzenden Elemente. Man findet daher in Libriform- oder Tracheidenmassen die schmalen Querschnitte häufig in radialen, meist mehr weniger unterbrochenen Reihen angeordnet; man findet sie daher fast nie ausserhalb oder innerhalb eines breiten Querschnitts, sondern immer seitlich davon. Das Abwechseln schmaler und breiter Radialreihen im Querschnitte muss natürlicher Weise bei Hölzern mit horizontal gereihten Elementen am deutlichsten sein. Es hängt wahrscheinlichst auch mit dem Umstande zusammen, dass die Radialwände in der Cambialregion sehr dick und weich sind, während die Tangentialwände dünn sind, so dass sich erstere fast so wie mit gelatinöser Masse erfüllte Interzellularräume verhalten, in die die Enden hineinwachsen.

10. Die besprochenen Erscheinungen wurden bei etwa 35 Gattungen aus 13 Familien beobachtet. Kein mitteleuropäisches Holz zeigt dieselben, und von Hölzern aus der gemässigten Zone besitzt nur *Diospyros virginiana* horizontalgereihte Markstrahlen.

11. Für manche Familie ist die etagenförmige Anordnung der Markstrahlen ziemlich charakteristisch. So für die Caesalpinieen und Zygophylleen. Doch kommen oft in einer und derselben

Gattung grosse Verschiedenheiten vor. So bei *Caesalpinia*, *Swietenia*, *Acacia* u. A. Ja oft zeigt dasselbe Holz stellenweise Etagenaufbau und stellenweise wieder nicht. So *Swietenia Mahagoni*, *Caesalpinia*-Arten u. A.

12. Hölzer mit etagenförmigem Aufbau lassen am Tangentialschnitte schon mit freiem Auge *(Pterocarpus, Swietenia, Picrasma)* oder mit einer Loupe *(Guajacum, Porliera)* eine feine Querstreifung erkennen, die höchst gleichmässig ist, und entweder von den Markstrahlen (fast immer), oder von diesen und den Tüpfeln *(Bocoa provacensis)*, oder nur von den letzteren herrührt *(Sapindus senegalensis)*.
